

[原著論文]

バリスティックストレッチングがスプリントタイムに及ぼす影響

有吉 晃平¹⁾, 玉城 拡²⁾, 辰見 康剛¹⁾

Acute effects of ballistic stretching in the warm-up on sprint performances.

Kohei ARIYOSHI¹⁾, Hiromu TAMAKI²⁾, Yasutaka TATSUMI¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of ballistic stretching in a warm-up on sprint performance. Twenty three healthy participants with CAI (23 men: 19.9±1.04yrs, 169.3±6.21cm, 65.8±10.84kg) volunteered to take part in this study. Participants performed a 30 m sprint after a warm-up protocol that commenced with 3 minutes jogging, followed by ballistic stretching (BS) or no stretching (NS). The BS routine included 6 exercises for each 10 seconds targeting the lower-body musculature. The trials were separated by a week and they were randomly assigned. Results indicated that BS of the sprint times was quicker than NS, especially in 0-10m ($p<0.05$). These results suggest that inclusion of the 10 seconds BS routine in warm-up enhances sprint performance compared to no stretching.

KEY WORDS : ballistic stretching, sprint, stretching

1. 緒言

ストレッチングは、筋や腱を伸ばし、柔軟性や関節可動域の改善を期待する運動である。その方法には、反動をつけずにゆっくりと限界の可動域まで筋腱を伸ばし維持するスタティックストレッチング（以下：SS）、反動や弾みをつけて行うバリスティックストレッチング（以下：BS）、動きの中で関節を色々な方向へ動かすことで、関節可動域を広げるダイナミックストレッチング（以下：DS）などに分類される¹⁻³⁾。これらストレッチングは、運動前のウォーミングアップ時においても、柔軟性の改善効果やよりよい運動パフォーマンスの発揮を目的に用いられている。しかしながら、すべてのストレッチングにおいて、運動パフォーマンスの発揮より効果が得られるわけではない。近

年の研究では、SSでは、最大筋力の低下⁴⁻⁸⁾やパワー発揮⁹⁻¹¹⁾の低下、スプリントタイムの遅延¹¹⁻¹³⁾など、運動パフォーマンスにマイナスの影響を示唆する報告が多くなされている。一方、DSでは、筋パワー¹⁴⁾や跳躍能力^{15,16)}、走タイム¹⁷⁾及びアジリティ¹⁸⁾などの各種瞬発的な能力の向上が確認されており、近年、ウォーミングアップ時にDSが選択される理由ともなっている。Bishop¹⁹⁾はウォーミングアップにおけるストレッチングの選択は重要な課題であるとも報告している。

そこで本研究は、BSの運動パフォーマンスへの影響について着目した。BSのウォーミングアップへの導入には、様々な見解^{20,21)}がある。肯定的な見解としては、反動による瞬間的な筋の伸張が伸張反射を誘発し、パフォーマンスの向上の一因であるstretch-shortening cycle(SSC)の機能を高める可能性を期待す

1) 九州共立大学スポーツ学部
2) 西川整形外科リハビリクリニック

1) Kyushu kyoritsu University, Faculty of Sports Science
2) Nishikawa Orthopaedics & Rehabilitation

るものである。その一方で、伸張反射による筋の収縮自体が他のストレッチングと比べ柔軟性の向上という観点でそぐわないことや、伸張反射による筋の短縮時にBSによる伸張外力が加わることによる怪我への懸念など、否定的な見解も多い。しかし、BSは、SSやDSに比べ、圧倒的に研究数は少なく、統一した見解は得られていない。そこで本研究では、BSがスプリントタイムに及ぼす影響について検証することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は、全力疾走に支障をきたす整形外科的疾患のないK大学ソフトボール部男子23名（年齢 19.9 ± 1.04 歳、身長 169.3 ± 6.21 cm、体重 65.8 ± 10.84 kg）とした。参加者には、あらかじめ口頭で実験の主旨を説明し、参加の同意を得た。

2. 実験手順

実験は、室内トレーニング室にある全天候型舗装された直線レーンで実施した。被験者には測定の前日の競技活動を禁止し、コンディションの維持に努めるよう指示をした。実験の流れは次の通りである。被験者は、実験の説明を受け、5分間の安静後、w-upとして3分間のジョギングを行った。次にBSを実施する条件（BS群）とストレッチングをしない条件（NS群）を設けた。BS群は、6種類のBS実施後、30mのスプリントタイムを測定し、NS群はジョギング直後に30mのスプリントタイムを測定した。

スプリントタイムの測定には光電管（Brower

Timing Systems社製）を用いて、10m地点、20m地点、30m地点の通過タイムを測定した。スタート方法はスタンディングスタートとし、前脚部でタッチパッドセンサー（TC-START PAD）を踏み、パッドから足が離れた時点スタートとした（Fig.1）。

測定は1日に1回とし、被験者は1週間間隔をあけたのち、両条件の測定を行った。

3. ストレッチングの方法

BSはパートナーストレッチングを採用し、全て同一の検者が施術を行った。ストレッチング試技は、膝関節屈筋群、股関節屈筋群、殿筋群、股関節内転筋群、腓腹筋およびヒラメ筋を対象にした計6種目とした。左右それぞれの筋群に対して10秒ずつ検者が適度に弾みをつけて行い、ストレッチングの種目および左右のインターバルはそれぞれ5秒とした。ストレッチングの強度は、不快な痛みを伴わない範囲で伸張感の感じられる強度で実施した。各種BSの方法は以下の通りである。

1) 膝関節屈筋群

被験者は仰臥位とし、検者は、被験者の膝関節が屈曲しないよう片脚を拳上した。大腿後面の伸張を確認しながら実施した（Fig.2）。

2) 股関節屈筋群

被験者は側臥位とし、検者は、被験者上方の片脚を膝関節軽度屈曲位に保持し、股関節を伸展した。大腿前面及び骨盤前面部の伸張を確認しながら実施した（Fig.3）。

3) 殿筋群

被験者は仰臥位とし、検者は、被験者の片脚を膝関節屈曲位に保ち、股関節を深く屈曲した。殿部の伸張

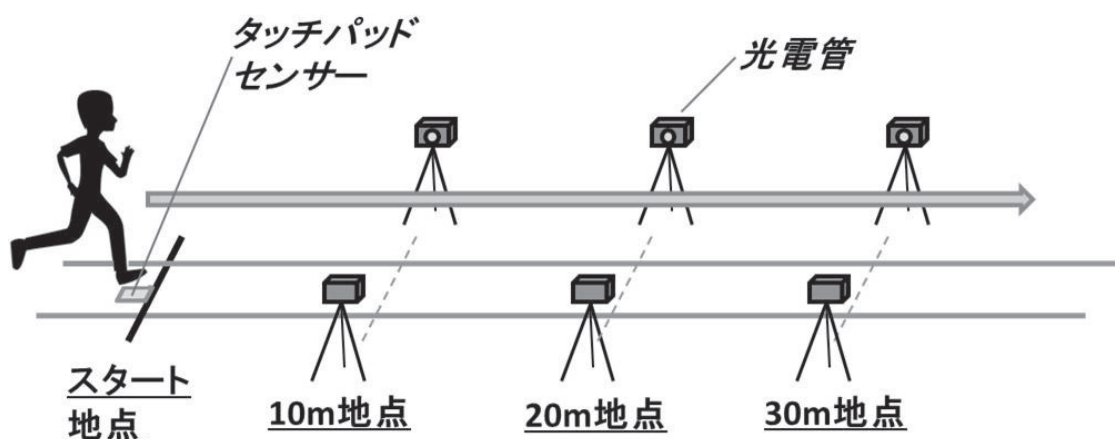


Fig.1：実験方法



Fig.2：膝関節屈筋群のBS



Fig.6：下腿三頭筋（腓腹筋）のBS



Fig.3：股関節屈筋群のBS



Fig.7：下腿三頭筋（ヒラメ筋）のBS



Fig.4：殿筋群のBS

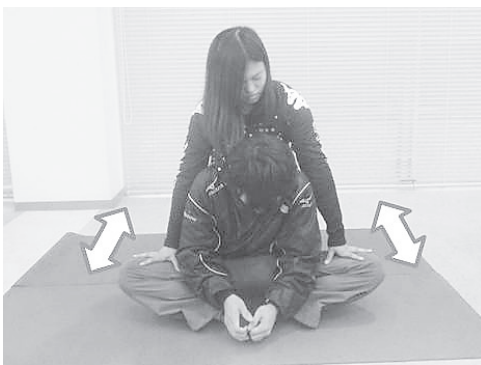


Fig.5：股関節内転筋群のBS

を確認しながら実施した（Fig.4）。

4）股関節内転筋群

被験者は両足底面合わせた座位とし、検者は、後方より被験者の両大腿部を押した。大腿内側の伸張を確認しながら実施した（Fig.5）。

5）腓腹筋

被験者は仰臥位とし、検者は、膝関節伸展位にて足関節を背屈させた。下腿後面の伸張を確認しながら実施した（Fig.6）。

6）ヒラメ筋

被験者は伏臥位とし、検者は、被験者の膝関節90°屈曲位にて足関節を背屈させた。下腿後面の伸張を確認しながら実施した（Fig.7）。

4. 統計処理

本研究で得られたデータより、各地点の通過タイムと各10m区間の通過に要した時間を求め、それぞれ平均値±標準偏差で示した。両条件のスプリントタイムは、SPSS(II for Windows 11.0.1 J)を用いて、対応のあるt検定にて統計的有意性を検証した。有意水準は5%未満とした。

III. 結果

各地点の通過タイムをFig.8に示す。10m地点では、BS群 $1.62 \pm 0.12\text{sec}$ 、NS群 $1.83 \pm 0.08\text{sec}$ 、20m地点ではBS群 $2.94 \pm 0.15\text{sec}$ 、NS群 $3.12 \pm 0.11\text{sec}$ 、30m地点ではBS群 $4.19 \pm 0.20\text{sec}$ 、NS群 $4.34 \pm 0.14\text{sec}$ であり、いずれの地点においてもBS群が有意に速いタイムであった。

各10m区間の通過に要した時間をFig.9に示す。0～10m区間では、BS群 $1.62 \pm 0.12\text{sec}$ 、NS群 $1.83 \pm 0.08\text{sec}$ でBS群が有意に速いタイムであった。10～20m区間では、BS群 $1.32 \pm 0.06\text{sec}$ 、NS群は 1.28 ± 0.05 でNS群が有意に速いタイムであった。20～30m区間では、BS群が $1.24 \pm 0.07\text{sec}$ 、NS群が $1.22 \pm 0.05\text{sec}$ で有意な差はみられなかった。

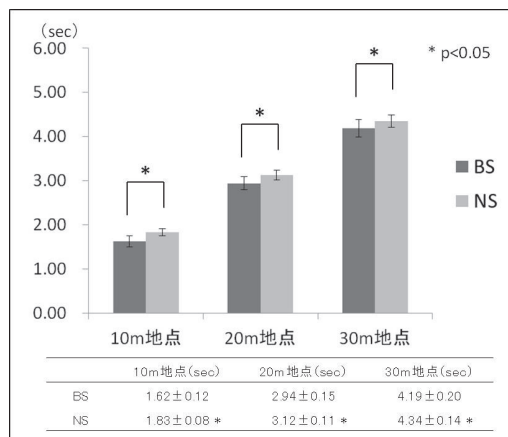


Fig.8：各地点の通過タイム

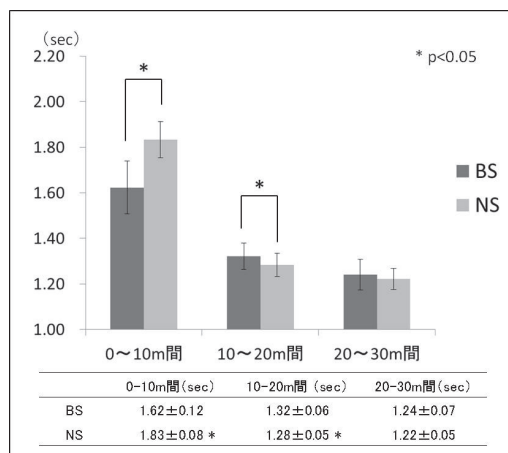


Fig.9：各10m区間の通過に要した時間

IV. 考察

本研究結果では、30m地点スプリントタイムは、BSを実施した方が有意に速いタイムであった。ストレッチングと運動パフォーマンスに及ぼす影響については、その実施時間や強度などの刺激量が重要であると考えられる。SSの研究では、柔軟性の向上には20～30秒の伸張時間が効果的である²²⁾ことが明らかとなっている一方で、45～60秒以上の伸張時間で運動パフォーマンスの低下が起こりえる^{23,24)}とも報告されている。このように、同じ筋を伸ばすという行為であっても、その刺激量で筋への影響は異なる。もちろんSSとBSでは筋に及ぼす生理的メカニズムは異なるが、BSの効果の一因を担う伸張反射においても同様である。適度な刺激により反射の誘発に一定の効果が期待できるものの、強い長時間の刺激は、シナプス疲労により反射自体の減少や感受性の低下を引き起こす。同じく伸張反射の反応が深く関与するDSの刺激量に関する研究では、20m区間(約14回)のDSの実施セット数と20mスプリント走の関係において、1～2セットではタイムは向上したものの、3セットではタイムは低下したと報告している²⁵⁾。本研究では、先行研究と比較しても、比較的短い10秒間というスポーツ現場に即した時間設定にて実施している。この時間設定が最も効果的な時間であるかは定かではないが、本研究で用いた10秒間のBSが、スプリントタイムの向上に一定の有益な効果を及ぼす可能性が示唆された。

各区間タイムでは、0～10m区間で有意な時間の短縮がみられた。10～20m区間ではNS群の方が速く、かつ20～30m区間では差がないなかでの30m地点通過タイムの短縮であり、BSの効果は、特に0～10m区間にあることが示唆された。この局面では、静止から動きだしが最大の特徴であり、力-速度関係では力への依存が高い局面である²⁶⁾。また、スプリント走のスタート動作では、ストライクが短く、ピッチが速い局面であり、BSはこれらの局面的特徴に何か影響を与えることが考えられる。しかし、本研究はこれらを特定することはできず、筋活動の変化や映像によるピッチ・ストライドの変化の検証など、今後の課題とする。

本研究では、10秒のBSに運動パフォーマンスに対する一定の有益な効果を得た。しかし、ストレッチングのもう一つの目的に柔軟性の獲得がある。一般的にストレッチングによる筋出力の低下は、力学的変化と神経生理学的変化が考えられており、力学的変化では、

筋長の変化自体も一因であると推察されている²⁷⁾。前述のように、伸張反射は決して筋の伸張に協力的な反応ではないことから、併せて柔軟性にも効果があったかは定かではない。今後、さらなる検証を進める必要がある。また本研究では、一定の有益な効果が得られたが、先行研究では、BSにより運動パフォーマンスが低下したという報告もある²⁸⁾。各々のストレッチングの特性と実施強度を踏まえた効果を理解し、使い分けていく必要があると考える。

V. まとめ

本研究では、ウォーミングアップ時における下肢へのBSがスプリントタイムに及ぼす影響について検証した。BSは、下肢を対象とした6種目各10秒とし、30mスプリントタイムを比較した。結果、BSの実施により30mスプリントタイムは、有意に速くなり、特に0-10m区間での時間の短縮が著しかった。

本研究では、10秒のBSにより運動パフォーマンスに対する一定の有益な効果が得られた。しかし、ストレッチングの効果は、その実施時間が重要であることが考えられ、今後、さらなる検証により、実施強度を踏まえた効果を理解し、使い分けていく必要がある。

参考文献

- 1) 日本体育協会(2007): 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト6 予防とコンディショニング, 文光堂, pp.178-182.
- 2) Thomas R, Roger W. (2010): ストレngths & コンディショニング第3版, ブックハウスHD, pp.325-337.
- 3) 本トレーニング指導者協会(2014): トレーニング指導者テキスト 実践編 改訂版. 大修館書店, pp.86-90.
- 4) Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA.(2008): The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. J Strength Cond Res 22(1):40-6.
- 5) Matsuo S, Suzuki S, Iwata M, Banno Y, Asai Y, Tsuchida W, Inoue T.(2013): Acute effects of different stretching durations on passive torque, mobility, and isometric muscle force. J Strength Cond Res 27(12):67-76.
- 6) Knudson D, Noffal G.(2005): Time course of stretch-induced isometric strength deficits. Eur J Appl Physiol 94(3), 48-51.
- 7) Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR, Cramer JT.(2008): Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. Med Sci Sports Exerc 40(8),1529-37.
- 8) Mizuno T, Matsumoto M, Umemura Y.(2014): Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. J Strength Cond Res 28(1), 147-53.
- 9) Kruse NT, Barr MW, Gilders RM, Kushnick MR, Rana SR.(2013): Using a practical approach for determining the most effective stretching strategy in female college division I volleyball players. J Strength Cond Res 27(11), 3060-7.
- 10) Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW.(2004): Acute effects of static stretching on peak torque in women. J Strength Cond Res 18(2), 236-41.
- 11) Paradisis GP, Pappas PT, Theodorou AS, Zacharogiannis EG, Skordilis EK, Smirniotou AS.(2014): Effects of static and dynamic stretching on sprint and jump performance in boys and girls. J Strength Cond Res 28(1), 154-60.
- 12) Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL.(2008): The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. J Strength Cond Res, Sep;22(5), 1416-21.
- 13) Fletcher IM, Jones B.(2004): The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. J Strength Cond Res., Nov,18(4),885-8.
- 14) Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K.(2007): Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. J Strength Cond Res, Nov,21(4),1238-44.
- 15) Turki O, Chaouachi A, Drinkwater EJ, Chtara M, Chamari K, Amri M, Behm DG.(2011): Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. J Strength Cond Res,

- Sep;25(9),2453-63.
- 16) Pagaduan JC, Pojskić H, Užičanin E, Babajić F.(2012): Effect of various warm-up protocols on jump performance in college football players. *J Hum Kinet*, Dec,35,127-32.
- 17) Haddad M, Dridi A, Chtara M, Chaouachi A, Wong del P, Behm D, Chamari K.(2014): Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *J Strength Cond Res*, Jan,28(1),140-6.
- 18) Van Gelder LH, Bartz SD.(2011): The effect of acute stretching on agility performance. *J Strength Cond Res*, Nov,25(11),3014-21.
- 19) Bishop D.(2003):warm up II. Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports and Exercise*,33(7), 483-498.
- 20) マイケル J. オルター (2010):柔軟性の科学 山本利春 (監修) ,大修館書店, pp.238-240.
- 21) 山口太一, 石井好二郎(2007): 運動前のストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響について- 近年のストレッチング研究の結果をもとに- .日本ストレッチング協会CREATIVE STRETCHING. Vol.5. pp.1-18.
- 22) Bandy WD, Irion JM.(1994): The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, Sep;74(9),845-50.
- 23) Simic L, Sarabon N, Markovic G.(2013): Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*, Mar,23(2),131-48.
- 24) Kay AD, Blazeovich AJ.(2012): Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*, Jan,44(1),154-64.
- 25) Turki O, Chaouachi A, Behm DG, Chtara H, Chtara M, Bishop D, Chamari K, Amri M.(2012): The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *J Strength Cond Res*, Jan,26(1),63-72.
- 26) 小西由里子, 村永信吾, 新井和博, 吉田昌広, 伊東慶子, 吉田晋, 小形 洋悦, 鶴沢吉宏, 渡辺京子, 山本利春(1992): Isokinetic machineにおける至適運動負荷設定基準の検討. 第1報理学療法学 19(Supplement), 130.
- 27) Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY.(2005): Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle stretching and power output. *J Athl Train*, 40(2),94-103.
- 28) Nelson AG1, Kokkonen J.(2001) : Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport*,Dec,72(4), 415 -9.

Received date 2015年1月7日